



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2013114896/12, 02.04.2013

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
02.04.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 02.04.2013

(43) Дата публикации заявки: 10.10.2014 Бюл. № 28

(45) Опубликовано: 20.12.2014 Бюл. № 35

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: Петров С.П. "Методологические основы построения и исследования системы управления комбинированным теплоснабжением объектов промышленного и гражданского назначения" автореферат диссертации на соискание ученой степени д.т.н., г. Орел, 2010 г. RU 78907 U1, 10.12.2008 . US 6000622 A1, 14.12.1999 . JP 2007225255 A, 06.09.2007

Адрес для переписки:

302020, г.Орел, Наугорское ш., 29, ФГБОУ ВПО "Госуниверситет-УНПК"

(72) Автор(ы):

Суздальцев Анатолий Иванович (RU),  
Сафронова Наталья Анатольевна (RU),  
Сафронов Павел Евгеньевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Государственный университет-учебно-научно-производственный комплекс" (ФГБОУ ВПО "Госуниверситет-УНПК") (RU)

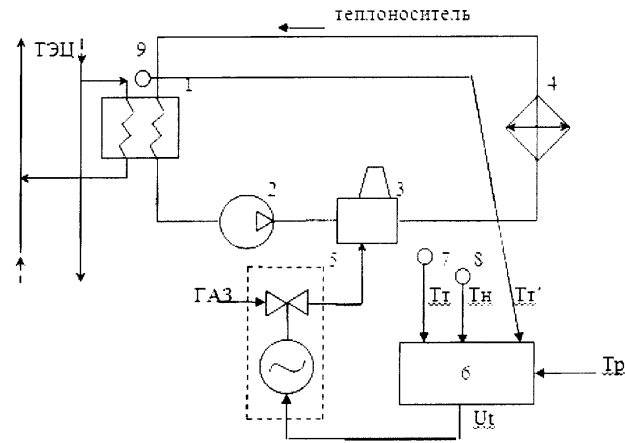
**(54) УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ ПОДАЧЕЙ ГАЗА В ПИКОВЫЙ ТЕПЛОИСТОЧНИК СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

(57) Реферат:

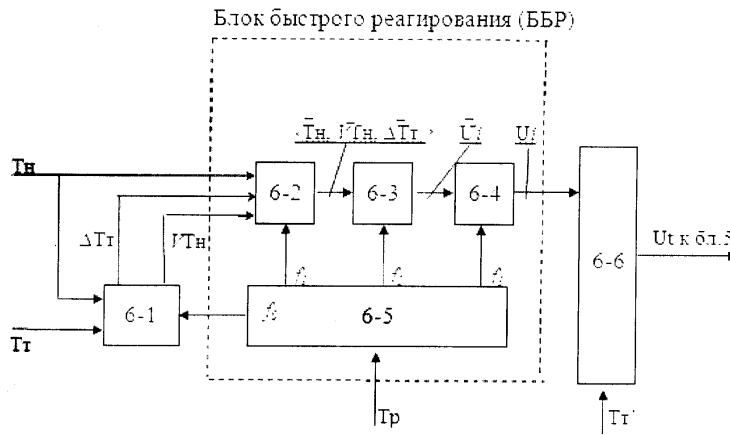
Заявленное устройство относится к теплотехнике, преимущественно предназначено для автоматического регулирования температуры теплоносителя на выходе пикового теплоисточника в моменты резкого изменения температуры окружающего воздуха. Устройство управления подачей газа в пиковый теплоисточник содержит первый датчик температуры, установленный на выходе пикового теплоисточника, измеряющий температуру теплоносителя, второй датчик температуры наружного воздуха, регулятор подачи газа и контроллер управления, входы которого соединены с указанными датчиками температуры, а выход подключен к регулятору подачи газа, при этом третий датчик температуры

теплоносителя установлен на входе теплообменника со стороны центрального трубопровода, при этом контроллер управления содержит вычислитель, блок быстрого реагирования и блок управления регулятором подачи газа, причем входы вычислителя связаны с выходами первого и второго датчиков температуры, а его выходы - со входами блока быстрого реагирования, выходы которого связаны с третьим входом вычислителя и входом блока управления регулятором подачи газа, второй вход которого связан с выходом третьего датчика температуры, а выход второго датчика температуры подключен к дополнительному входу блока быстрого реагирования, причем блок быстрого реагирования выполнен в виде нечеткой

модели. Это позволяет повысить точность регулирования процесса подгрева теплоносителя, как следствие - стабильность температуры. 4 з.п. ф-лы, 2 ил.



Фиг.1



Фиг.2

RU 2536192 C2

RU 2536192 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*F24D 3/00* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2013114896/12, 02.04.2013  
 (24) Effective date for property rights: 02.04.2013  
 Priority:  
 (22) Date of filing: 02.04.2013  
 (43) Application published: 10.10.2014 Bull. № 28  
 (45) Date of publication: 20.12.2014 Bull. № 35  
 Mail address:  
 302020, g.Orel, Naugorskoe sh., 29, FGBOU VPO  
 "Gosuniversitet-UNPK"

(72) Inventor(s):  
**Suzdal'tsev Anatolij Ivanovich (RU),  
 Safronova Natal'ja Anatol'evna (RU),  
 Safronov Pavel Evgen'evich (RU)**  
 (73) Proprietor(s):  
**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
 obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
 professional'nogo obrazovanija  
 "Gosudarstvennyj universitet-uchebno-nauchno-  
 proizvodstvennyj kompleks" (FGBOU VPO  
 "Gosuniversitet-UNPK") (RU)**

(54) **CONTROL DEVICE FOR GAS SUPPLY TO PEAK HEAT SOURCE OF DISTRICT HEAT SUPPLY SYSTEM**

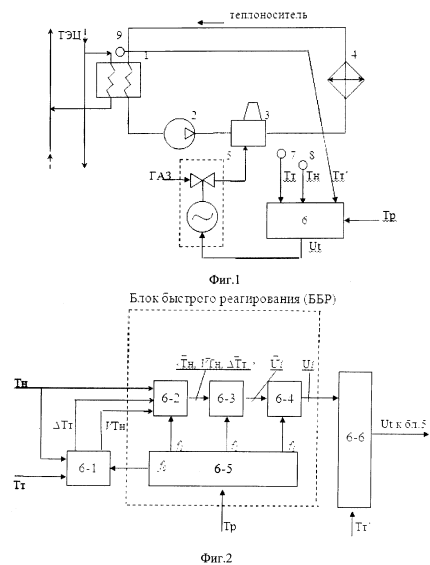
(57) Abstract:

FIELD: heating.

SUBSTANCE: control device for gas supply to the peak heat source comprises the first temperature sensor mounted on the output of the peak heat source that measures the temperature of the coolant, the second outdoor air temperature sensor, a gas supply regulator and the main controller, which inputs are connected to the said temperature sensors, and the output is connected to the gas supply regulator. The third coolant temperature sensor is mounted at the input of the heat exchanger from the side of the central pipeline, at that the main controller comprises a calculator, a rapid response unit, and a control unit of the gas supply regulator. The inputs of the calculator are connected to the outputs of the first and second temperature sensors, and its outputs - to the inputs of the rapid response unit, the outputs of which are connected to the third input of the calculator and the input of the control unit of the gas supply regulator, and the second input of which is connected to the output of the third temperature sensor, and the output of the second temperature sensor is connected to the additional input of the rapid response

unit, and the rapid response unit is made in the form of a fuzzy model.

EFFECT: improvement of the accuracy of regulation of the coolant heating process, the temperature stability.  
 5 cl, 2 dwg



RU 2 536 192 C2

RU 2 536 192 C2

Изобретение устройство управления подачей газа в пиковый теплоисточник системы централизованного теплоснабжения относится к теплотехнике, преимущественно предназначено для автоматического регулирования температуры теплоносителя на выходе пикового теплоисточника в момент резкого изменения температуры

5 окружающего воздуха.

Известно устройство управления подачей газа в пиковый теплоисточник системы централизованного теплоснабжения, реализованное в системе по патенту RU №72748, МПК F24D 3/02, бюл. №12 от 2008 г. Оно имеет следующие недостатки:

10 из-за последовательно подключенных теплообменников к централизованной системе теплоснабжения любое изменение теплоносителя в одном теплообменнике влияет на пиковые источники соседних подсистем и соответственно на устройство управления ими;

15 при медленном изменении температуры наружного воздуха в минусовом направлении теплоноситель с заданной температурой поступает от централизованной сети (от ТЭЦ) через теплообменник в пиковый теплоисточник, который в этот момент находится в выключенном состоянии. А в моменты резкого изменения температуры устройство управления включает подачу газа в пиковый теплоисточник, который осуществляет подогрев теплоносителя до заданной температуры. Однако период подогрева носит расплывчатый характер, так как момент резкого изменения температуры наружного

20 воздуха не определен и не определен момент появления теплоносителя с заданной температурой на входе теплообменника после завершения резкого изменения температуры (конец подачи газа в пиковый теплоисточник).

Известно также устройство управления подачей газа в пиковый теплоисточник системы централизованного теплоснабжения, лишенное первого недостатка, например,

25 реализованное в патенте RU №78907, МПК F24D 3/02, бюл. №34 от 2008 г. Оно содержит три датчика температуры, установленные соответственно в трубопроводе на выходе пикового подогревателя (теплового генератора), в трубопроводе на выходе потребителя и снаружи здания, регулятор подачи газа в пиковый теплоисточник и контроллер управления, входы которого связаны с указанными датчиками температуры, а один

30 из выходов подключен к регулятору подачи газа. Это устройство принято за прототип.

Оно имеет следующие недостатки:

- так как не определены моменты резкого изменения температуры наружного воздуха, то периоды подогрева носят расплывчатый характер, отчего алгоритмы управления не в состоянии исключить колебательные процессы в управлении подачей газа в пиковый

35 теплоисточник;

- так как изменение наружной температуры окружающего воздуха носит случайный характер, а температура теплоносителя на входе теплообменника и на выходе пикового теплоисточника не имеют однозначной функциональной связи как между собой, так между ними и выходными параметрами контроллера, то подача газа может быть

40 включена преждевременно или с запаздыванием. В первом случае расходуются излишки газа, во втором происходит несвоевременное выравнивание температуры теплоносителя у потребителя, т.е. возникает температурный дискомфорт внутри здания.

Задача, решаемая изобретением, заключается в более четком определении границ периода подогрева теплоносителя в пиковом теплоисточнике и исключении

45 колебательного процесса управления подачей газа в моменты резкого изменения температуры наружного воздуха.

Сущность заключается в том, что устройство управления подачей газа в пиковый теплоисточник, подключенный через теплообменник к системе централизованного

теплоснабжения, содержащее три датчика температуры, первый из которых установлен на выходе пикового теплоисточника, измеряющий температуру теплоносителя, второй датчик температуры наружного воздуха, регулятор подачи газа в пиковый теплоисточник и контроллер управления, входы которого соединены с указанными датчиками температуры, а выход подключен к регулятору подачи газа, а третий датчик температуры теплоносителя установлен на входе теплообменника со стороны центрального трубопровода, при этом контроллер управления содержит вычислитель, блок быстрого реагирования и блок управления регулятором подачи газа, причем входы вычислителя связаны с выходами первого и второго датчиков температуры, а его выходы - со входами блока быстрого реагирования, выходы которого связаны с третьим входом вычислителя и первым входом блока управления регулятором подачи газа, второй вход которого связан с выходом третьего датчика температуры, а выход второго датчика температуры подключены к дополнительному входу блока быстрого реагирования, причем блок быстрого реагирования выполнен в виде нечеткой модели, содержащей базу правил и последовательно подключенные блок фаззификации, блок принятия решений и блок дефаззификации, которые функционально связаны с базой правил, при этом в блоке фаззификации использованы термы с треугольной и трапецеидальной формами, в блоке принятия решений использовано правило импликации Мамдани, при этом база правил в блоке быстрого реагирования содержит правила фаззификации, принятия решения, дефаззификации, правила вычисления параметров в вычислителе и расчетный температурный график, связывающий задаваемую температуру теплоносителя на выходе пикового теплоисточника с изменением температуры наружного воздуха.

На фиг.1 представлена структурная схема отдельного участка системы централизованного теплоснабжения с устройством управления подачей газа в пиковый теплоисточник, на фиг.2 - функциональная схема контроллера управления, где обозначены: 1 - теплообменник; 2 - насос; 3 - пиковый теплоисточник; 4 - потребитель тепловой энергии; 5 - регулятор подачи газа; 6 - контроллер управления; 7 - первый датчик температуры теплоносителя, установленный на выходе теплоисточника 3; 8 - второй датчик температуры, измеряющий температуру наружного воздуха; 9 - третий датчик температуры теплоносителя, установленный на входе теплообменника 1 со стороны прямого трубопровода централизованного теплоснабжения с теплоносителем от ТЭЦ; 6-1 - вычислитель, в котором осуществляется периодическое вычисление скорости  $V_{Tn}$  изменения температуры наружного воздуха  $T_n$  и отклонения  $\Delta T_t$  измеренной температуры теплоносителя  $T_t$  от заданного расчетного значения температуры  $T_r$  по температурному графику, т.е.  $\Delta T_t = f_0 / (T_t, T_r)$ ; ББР - блок быстрого реагирования, исполненный в виде нечеткой модели, включающей: 6-2 - блок фаззификации, 6-3 - блок принятия решения, 6-4 - блок дефаззификации; 6-5 - база правил; 6-6 - блок управления регулятором подачи газа в пиковый теплоисточник. Входы вычислителя 6-1 подключены к выходам датчиков температуры 7, 8 (фиг.1) и к первому выходу базы правил 6-5 ББР, а выходы вычислителя ( $V_{Tn}$ ,  $\Delta T_t$ ) подключены ко входам блока фаззификации 6-2 ББР, третий вход которого связан с выходом датчика температуры наружного воздуха 8, а четвертый вход подключен к второму выходу  $f_1$  базы правил 6-5, при этом выход блока фаззификации 6-2 связан через блок принятия решения 6-3 и блок дефаззификации 6-4 с первым входом блока управления 6-6, второй вход которого связан с выходом третьего датчика температуры 9 ( $T_t'$ ), причем вторые входы блоков 6-3 и 6-4 связаны соответственно с третьим  $f_2$  и четвертым  $f_3$  выходами

базы правил 6-5. Блок фаззификации 6-2 решает задачу преобразования четких входных сигналов  $T_n$ ,  $V_{Tn}$ ,  $\Delta T_t$  в нечеткие термы с помощью правил  $f_k$ , т.е. на выходе получают нечеткие термы как термы  $\bar{T}_n$ ,  $\bar{V}_{Tn}$ ,  $\bar{\Delta T}_t$ .

5 Термы  $\bar{T}_n$ ,  $\bar{V}_{Tn}$ ,  $\bar{\Delta T}_t$  имеют треугольную форму, что определяется правилом  $f_1$ . Блок принятия решения 6-3 осуществляет выбор терма  $\bar{U}_i$  из множества  $\bar{U}$  блока 6-5, используя правило  $f_2$ , которое определяет взаимосвязь между всеми нечеткими термами в данный момент времени, а блок 6-4 преобразует нечеткий терм  $\bar{U}_i$ , используя правило  $f_3$ , в четкое значение напряжения  $U_i$ , которое  
10 окончательно формируется блоком управления 6-6 как  $U_t$ .

Устройство управления работает следующим образом (фиг.1, фиг.2). При медленном изменении температуры окружающего воздуха (скорость изменения температуры  $V_{Tn}$  меньше заданной, что фиксируется в вычислителе 6-1) теплоноситель от ТЭЦ, проходя  
15 теплообменник 1 с заданной температурой  $T_t'$ , во вторичной цепи теплообменника создает необходимую температуру теплоносителя, который с помощью насоса 2 направляет его через пиковый теплоисточник 3 потребителю 4, откуда он возвращается вновь в теплообменник 1. Пиковый теплоисточник 3 находится в пассивном режиме, т.е. газ не поступает через регулирующий клапан регулятора 5 в теплоисточник 3.  
20 Вычислитель 6-1 периодически опрашивает состояние датчиков температуры  $T_n$  и  $T_t$  и осуществляет вычисление параметров  $V_{Tn}$  и  $\Delta T_t$  по правилам  $f_0$ , включающим значение частоты опроса состояний датчиков, алгоритм вычисления скорости, а также алгоритм вычисления  $\Delta T_t = f_0(T_t, T_p)$ . При резком изменении в минусовую сторону  
25 температуры  $T_n$  скорость  $V_{Tn}$  становится выше установленной, что фиксируется на выходе вычислителя 6-1, а значения температуры теплоносителя на входе теплообменника  $T_t'$  за счет наличия большого транспортного запаздывания также выходит из заданного допуска, что фиксируется в блоке управления 6-6. В этом случае блок быстрого реагирования ББР осуществляет преобразование измеренных четких и  
30 рассчитанных значений  $T_n$ ,  $V_{Tn}$ ,  $\Delta T_t$  в нечеткие термы  $\bar{T}_n$ ,  $\bar{V}_{Tn}$ ,  $\bar{\Delta T}_t$  в блоке фаззификации 6-2 с помощью правил  $f_1$ , поступающих из базы правил 6-5, а затем в блоке принятия решений ББР 6-3 формируется выходной нечеткий терм  $\bar{U}_i = f_2(\bar{T}_n$ ,  
 $\bar{V}_{Tn}$ ,  $\bar{\Delta T}_t$ ,  $\bar{U})$  и через блок дефаззификации 6-4 в четком выражении поступает в  
35 блок управления 6-6 как  $U_i = f_3(\bar{U}_i)$ , где окончательно формируется в виде конкретного управляющего сигнала и подается на регулятор передачи газа 5, который устанавливает через исполнительный механизм заслонку газового клапана в соответствующее положение. В следующем цикле измерения параметров (определяется блоком 6-5 через  
40 правила  $f_0$ ) все повторяется описанным образом до момента получения значения  $V_{Tn}$ , меньшего заданного. Окончательно подача газа в пиковый теплоисточник 3 прекращается по приходу теплоносителя на вход теплообменника 1 с температурой  $T_t'$ , равной заданной, которая фиксируется в блоке управления 6-6.

Описанное устройство управления с вычислителем, блоком быстрого реагирования  
45 в виде нечеткой модели, блоком управления подачей газа и их связями, указанными на фиг.2, было исследовано на имитационной компьютерной модели, в результате чего получено сокращение времени переходного процесса в 3 раза, при этом погрешность температуры теплоносителя на выходе пикового теплоисточника не выходила из

заданного допуска. Последнее говорит о том, что температура теплоносителя на входе потребителя в момент резких изменений температуры воздуха остается в заданных пределах, т.е. температурный дискомфорт у потребителя внутри здания не допускается.

#### Формула изобретения

5

1. Устройство управления подачей газа в пиковый теплоисточник, подключенный через теплообменник к системе централизованного теплоснабжения, содержащее три датчика температуры, первый из которых установлен на выходе пикового теплоисточника, измеряющий температуру теплоносителя, второй датчик температуры  
10 наружного воздуха, регулятор подачи газа в пиковый теплоисточник и контроллер управления, входы которого соединены с указанными датчиками температуры, а выход подключен к регулятору подачи газа, отличающееся тем, что третий датчик температуры теплоносителя установлен на входе теплообменника со стороны центрального трубопровода, а контроллер управления содержит вычислитель, блок быстрого реагирования и блок управления регулятором подачи газа, причем входы вычислителя  
15 связаны с выходами первого и второго датчиков температуры, а его выходы - со входами блока быстрого реагирования, выходы которого связаны с третьим входом вычислителя и первым входом блока управления регулятором подачи газа, второй вход которого связан с выходом третьего датчика температуры, а выход второго датчика температуры  
20 подключен к дополнительному входу блока быстрого реагирования.

20

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что блок быстрого реагирования выполнен в виде нечеткой модели, содержащей базу правил и последовательно подключенные блок фаззификации, блок принятия решений и блок дефаззификации, которые функционально связаны с базой правил.

25

3. Устройство по пп.1 и 2, отличающееся тем, что в блоке фаззификации использованы термы с треугольной формой.

4. Устройство по пп.1 и 2, отличающееся тем, что в блоке принятия решений использовано правило импликации Мамдани.

30

5. Устройство управления по пп.1 и 2, отличающееся тем, что база правил в блоке быстрого реагирования содержит правила фаззификации, принятия решения, дефаззификации, правила вычисления параметров в вычислителе и расчетный температурный график, связывающий задаваемую температуру теплоносителя на выходе пикового теплоисточника с изменением температуры наружного воздуха.

35

40

45